

⑫ 公開特許公報(A) 平2-103366

⑬ Int. Cl.⁵F 25 D 19/00
F 04 C 29/06

識別記号

Z
A

庁内整理番号

8113-3L
7532-3H

⑭ 公開 平成2年(1990)4月16日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全9頁)

⑮ 発明の名称 冷却装置の消音装置

⑯ 特 願 昭63-255643

⑰ 出 願 昭63(1988)10月11日

⑱ 発 明 者 中 西 啓 二 大阪府茨木市太田東芝町1番6号 株式会社東芝大阪工場
内⑲ 発 明 者 関 口 康 幸 大阪府茨木市太田東芝町1番6号 株式会社東芝大阪工場
内

⑳ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

㉑ 代 理 人 弁 理 士 佐 藤 強

明 細 書

1 発明の名称 冷却装置の消音装置

2 特許請求の範囲

1. 機械室内にコンプレッサを収納して成るものであって、前記コンプレッサの駆動に伴い発生する音を受音器にて電気信号に変換すると共に、この電気信号を演算器により加工した信号に基づいて制御用発音器を動作させることにより、前記機械室内から外部に放射される音を能動的に打消すようにした冷却装置の消音装置において、前記機械室を放熱用開口部を残して閉じた状態に構成すると共に、前記機械室内の三次元方向の各寸法のうち一方向の寸法を他の寸法より大きく設定することにより、その機械室内の音の定在波が前記打消し対象となる周波数帯域以下において一次モードのみ成立つように構成し、さらに前記受音器を前記放熱用開口部から最大限遠ざけた位置に配置したことを特徴とする冷却装置の消音装置。

2. 冷却装置本体の上部に一体的に形成された外殻及びこの外殻に囲まれた機械室用区画を有し、

機械室は前記機械室用区画内を1枚或は複数枚の仕切板により仕切ることによって形成されていることを特徴とする請求項1記載の冷却装置の消音装置。

3 発明の詳細な説明

[発明の目的]

(産業上の利用分野)

本発明は、冷蔵庫等の冷却装置に用いられる消音装置、特にコンプレッサを収納した機械室内からの騒音を能動的に打消すようにした冷却装置の消音装置に関する。

(従来の技術)

コンプレッサを利用した冷却装置、例えば冷蔵庫にあっては、一般家庭の居室空間内に設置されることが多く、しかも季節を問わず連続的に運転されるものであるため、その騒音低減が一つの課題となっている。この場合、冷蔵庫の騒音源として最も問題となるのは、コンプレッサ及びこれに接続された配管系が収納された機械室からの騒音である。即ち、上記機械室内では、コンプレッ

サ自体が比較的大きな騒音(コンプレッサモータの運転音、被圧縮ガスによる流体音、圧縮機構部分の可動機械要素における機械音等)を発生すると共に、コンプレッサに接続された配管系もその振動によって騒音を発生するものであり、新様な機械室騒音が冷蔵庫騒音の大部分を占める。従って、機械室からの騒音の抑制を図ることが、冷蔵庫全体の騒音低減に大きく寄与することになる。

そこで、従来においては、機械室からの騒音低減対策として、コンプレッサそのものの低騒音化(例えばロータリ形コンプレッサの採用)の他に、コンプレッサの防振支持構造の改良、並びに配管系の形状改善等を行なうことによって振動伝搬路での振動減衰を図ったり、或は、コンプレッサ及び配管系の周囲に吸音部材及び遮音部材を配置することにより、機械室内での吸音量の増加及び騒音の通過損失の増大を図ることが行なわれている。

(発明が解決しようとする課題)

一般的に冷蔵庫の機械室には、コンプレッサの駆動に伴う発熱を外部に逃がす必要上から放熱

用の開口部が複数箇所に設けられており、これらの開口部から外部に騒音が漏れ出ることになる。このため、前記従来の騒音低減対策には自ずと限度があり、騒音レベルの低減効果は精々2dB

(A)程度しか期待できない。

これに対して、近年においては、エレクトロニクス応用技術、中でも音響データの処理回路及び音響制御技術等の発展に伴い、音波の干渉を利用して騒音低減を行なうという騒音の能動制御技術の応用が注目されている。即ち、この能動制御は、基本的には、騒音源からの音を特定位置に設けた受音器にて電気信号に変換すると共に、この電気信号を演算器により加工した信号に基づいて制御用発音器を動作させることにより、その発音器から原音(騒音源からの音)とは逆位相で且つ同一波長及び同一振幅の人工音を発生させ、この人工音と原音とを干渉させることによって原音を減衰させようというものである。しかしながら、このような騒音の能動制御を冷蔵庫における機械室騒音の低減に利用する場合、機械室が非密閉状態で

あって、その機械室内で発生した騒音が三次元方向へ自由に漏れ出るという状況下にあるため、能動制御モードが極めて複雑になるという問題があり、冷蔵庫における騒音の能動制御の実用化については全くおぼつかないのが実情である。

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、非密閉状態の機械室内にてコンプレッサの駆動に応じて発生する騒音を人工音との干渉により打消すという能動制御を行なうにあたって、その能動制御の簡単化並びに制御精度の向上を図り得ると共に、外部音に起因した能動制御系の誤動作防止を図り得る等の効果を奏する冷却装置の消音装置を提供するにある。

[発明の構成]

(課題を解決するための手段)

本発明は、上記目的を達成するために、機械室内に収納されたコンプレッサの駆動に伴い発生する音を、人工音との干渉により能動的に打消すようにした冷却装置の消音装置において、前記機械室を放熱用開口部を残して閉じた状態に構成す

ると共に、その機械室内の三次元方向の各寸法のうち一方向の寸法を他の寸法より大きく設定することにより、機械室内の音の定在波が前記打消し対象となる周波数帯域以下において一次モードのみ成立つように構成し、さらに、前記受音器を前記放熱用開口部から最大限遠ざけた位置に配置する構成としたものである。

この場合、冷却装置本体の上部にこれと一体的に外殻を形成して、その外殻により囲まれた機械室用区画内を1枚或は複数枚の仕切板により仕切ることによって、前記機械室を構成するようにしても良い。

(作用)

例えば冷却装置の代表例である冷蔵庫においては、一般的な構造のものの場合、コンプレッサの駆動に応じて発生する騒音の音響レベルは、第9図に示すように、700Hz程度以下の帯域並びに1.5~5KHzの帯域で夫々大きくなるという性質を有する。これら各帯域に対応した騒音のうち、高周波数側のものは、吸音部材等を利用

した従来の騒音低減技術により容易に消音することができる。従って、騒音の能動制御を実際に行なうときには、低周波数側の騒音をターゲット周波数（この場合700Hz程度以下）とすれば良い。このようにターゲット周波数が700Hz程度以下の場合、機械室内の高さ、奥行き及び幅方向のうちの二方向を原騒音の波長（音速340m/秒の場合、50cm程度）より短く、且つ残りの一方向の寸法を上記波長より長く設定すれば、機械室内で発生する騒音の定在波が一次モードのみ成立つようになる。つまり、機械室内の三次元方向である高さ、奥行き及び幅方向のうち一方向の寸法を他の寸法より大きく設定することにより、機械室内の音の定在波が打消し対象となる周波数（ターゲット周波数）帯域以下において一次モードのみ成立つように構成できるものであり、このように構成した場合には、機械室内で発生する音を一次元の平面進行波とみなすことができ、以てその音と制御用発音器からの人工音とを干渉させて消音を図る制御を、理論上においても技術上に

いて概略的に説明しておく。

第8図において、1はコンプレッサのような騒音源、2は騒音の消音を望む制御対象点を示しており、騒音源1からの音をマイクロホン等の受音器3で電気信号に変換すると共に、この電気信号をフィルタ等を含む演算器4を介して加工し、その加工後の信号によりスピーカ等の発音器5を駆動するようになっている。

即ち、騒音源1が発生する音をS1、スピーカ5が発生する音をS2、受音器3で受ける音をR1、制御対象点2での音をR2とし、さらに上記のような音の出力及び入力点の各間の音響伝達関数をT11、T21、T12、T22としたとき、2入力2出力系として次式が成立する。

$$\begin{bmatrix} R1 \\ R2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} T11 & T21 \\ T12 & T22 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} S1 \\ S2 \end{bmatrix}$$

従って、スピーカ5が発生すべき音S2は、上式から、

$$S2 = (-T12 \cdot R1 + T11 \cdot R2) / (T11 \cdot T22 - T12 \cdot T21)$$

においても容易且つ精度良く行ない得るようになる。このとき、受音器は、放熱用開口部から最大限遠ざけられた位置に配置されているから、放熱用開口部から受音器へ入力される外部音のレベルが相対的に減少するようになり、その外部音に起因して能動制御系が誤動作する虞が少なくなる。勿論、機械室には放熱用開口部が設けられているから、コンプレッサ駆動時の発熱による機械室内温度の異常上昇を来たす虞がなく、コンプレッサ用モータの巻線温度の補償を十分に行ない得る。

また、冷却装置本体の上部に外殻を一体的に形成すると共に、この外殻により囲まれた状態の機械室用区画を仕切板により仕切ることによって機械室を形成する構成とした場合には、その機械室の寸法設定を容易に行なうことができ、設計上の自由度が高くなる。

(実施例)

以下、本発明を冷蔵庫に適用した第1及び第2の実施例について説明するに、これに先立って各実施例で利用する能動制御による消音原理につ

として得られるが、この場合には制御対象点2での音響レベルを零にすることを目標としているので、 $R2 = 0$ とおくことができる。この結果、

$S2 = R1 \cdot T12 / (T12 \cdot T21 - T11 \cdot T22)$ となる。この式から理解できるように、制御対象点2での音R2を零にするためには、マイクロホン3で受けた音R1に、

$F = T12 / (T12 \cdot T21 - T11 \cdot T22)$ なるフィルタをかけて加工した音S2をスピーカ5から発生させれば、制御対象点2での音響レベルを理論上において零にすることができる。

しかして、第1図乃至第3図には本発明の第1の実施例が示されており、以下これについて述べる。

即ち、冷蔵庫の全体構成を示す第3図において、11は冷却装置本体たる冷蔵庫本体であり、これの内部には上方より順に冷凍室12、冷蔵室13及び野菜室14が設けられている。15は冷凍室12の背部に配設された冷却器、16は冷却器15により生成される冷気を直接には冷凍室12及

び冷蔵庫13に供給するファンである。17は冷蔵庫本体11の背面側下部に形成された機械室で、この内部には、ロータリ形のコンプレッサ18、コンデンサパイプ19及び所謂セラミックフィンを利用した除霜水蒸発装置20が収納されている。

さて、第1図（ここではコンデンサパイプ19及び除霜水蒸発装置20の図示を省略している）に示すように、機械室17は、その背面のみが矩形状に開口された形状となっており、この開口部分は機械室カバー21により閉鎖されるようになっている。このとき、機械室カバー21は、その周縁部が機械室17の開口縁部に対し気密に装着されるものであり、第1図中の左縁部位には上下方向に延びる細長矩形状の放熱用開口部21aが形成されている。つまり、機械室カバー21の装着状態では、機械室17は放熱用開口部21を残して閉じられた状態を呈する。尚、機械室カバー21は、熱伝導性に優れ且つ音の透過損失が大きい材質（例えば鉄のような金属）にて形成されている。

zの帯域で夫々大きくなるという性質を有する。これら各帯域に対応した騒音のうち、高周波数側のものは、機械室カバー21等での透過損失により減衰させることができ、また機械室17内に適宜の吸音部材を設置することによって容易に消音できるものであるから、前述のようなマイクロホン22、スピーカ23及び図示しない演算器による騒音の能動制御は、700Hz以下をターゲット周波数として行なえば良い。

また、上述のような騒音の能動制御を行なう場合には、機械室17内での騒音が一次元の平面進行波となるように構成することが、その制御を理論上においても技術上においても容易且つ精度良く行なうために重要になってくる。そこで、本実施例においては、第2図に示す機械室17内の三次元方向である奥行き、幅及び高さ方向の各寸法D、W及びHのうち、例えば幅方向の寸法Wを他の寸法D、Hより大きく設定（具体的には、W=600mm、D=H=200mmに設定）することによって、機械室17内での音の定在波が一次モー

22は機械室17内に配置された受音器たる例えばマイクロホンで、これは、機械室17内において前記放熱用開口部21aから最大限遠ざかった位置（例えば機械室17における第1図中の右内側壁）に配置され、以て騒音源であるコンプレッサ18からの音を電気信号に変換するように設けられている。23は機械室17内に配置された制御用発音器たるスピーカで、これは、放熱用開口部21a近傍の位置、例えば機械室17の奥壁部（冷蔵庫本体11の底壁部に相当）における放熱用開口部21aの近傍部位に取付支持されている。そして、スピーカ23は、マイクロホン22からの電気信号を図示しない演算器にて加工した信号により動作されるようになっており、上記のような電気信号の加工は、前述した能動制御による消音原理に基づいて行なわれるようになっている。

しかして、上記のように構成された冷蔵庫の場合、コンプレッサ18の駆動に応じて機械室17内で発生する騒音レベルは、第9図に示すように、700Hz程度以下の帯域並びに1.5~5KHz

Dでのみ成立つように構成している。つまり、例えば機械室17を矩形の空洞と想定した場合、次式が成立する。

$$f = C \cdot \sqrt{(N_x/L_x)^2 + (N_y/L_y)^2 + (N_z/L_z)^2} / 2$$

但し、fは共鳴周波数（Hz）、 N_x 、 N_y 、 N_z はX、Y、Z各方向の番目モード、 L_x 、 L_y 、 L_z は機械室17内のX、Y、Z各方向の寸法（つまりD、W、H）、Cは音速である。従って、上式から、X、Y、Z各方向に対する1番目の定在波の周波数 f_x 、 f_y 、 f_z を求めることができる。

即ち、前述したように、奥行き寸法D=200mm、幅寸法W=600mm、高さ寸法H=200mmに設定されていた場合には、X方向に対する1番目の定在波の周波数 f_x は、 $N_y = N_z = 0$ 、音速C=340m/秒として、

$$\begin{aligned} f_x &= 340 \sqrt{(1/0.2)^2} / 2 \\ &= 850 \text{ Hz} \end{aligned}$$

となり、同様に、Y、Z方向に対する1番目の定在波の周波数 f_y 、 f_z は、

$$f_y = 340 \sqrt{(1/0.6)^2} / 2$$

$$= 283 \text{ Hz}$$

$$f_z = 340 \sqrt{(1/0.2)^2} / 2$$

$$= 850 \text{ Hz}$$

となる。この結果、前記ターゲット周波数（＝700 Hz）以下では、機械室17内の騒音の定在波は、Y方向（幅方向）のモードについてのみ成立つものであり、機械室17内での騒音を一次元の平面進行波と見なすことができる。このため、前記スピーカ23等を利用した騒音の能動制御による消音時において、その波面の理論上の取扱いが容易となり、消音制御を容易且つ精度良く行ない得るようになる。また、この場合において、機械室17からの騒音の出口である放熱用開口部21aは、上下方向、つまり前記定在波の成立方向（機械室17の幅方向）に対し直交した方向に延びる細長矩形形状となっているから、上記一次元の平面進行波の高周波成分が外部に漏れ難くなり、以て上述した騒音の能動制御をより確実に行ない得るようになる。勿論、機械室17は放熱用開口

部21aを通じて外部と連通しているから、コンプレッサ18の駆動時における発熱によって機械室17内の温度が異常に上昇することがなくなる。また、機械室カバー21は熱伝導性に優れた材質により構成されているから、機械室17内で発生する熱の放熱効率が向上するようになり、この面からも機械室17内の温度上昇が低く押えられるようになる。しかも、上記機械室カバー21は音の透過損失が大きい材質であるから、その機械室カバー21を通じた騒音の漏れを抑制できるようになる。

さらに、マイクロホン22は、外部からの音（つまり上述のような能動制御系に悪影響を及ぼす音）の主な侵入部分である放熱用開口部21aから最大限遠ざけられた位置に配置されているから、放熱用開口部21aを通じてマイクロホン22に入力される外部音のレベルが、コンプレッサ18からマイクロホン22に入力される制御対象騒音のレベルに比べて十分に低くなり、結果的に上記外部音が能動制御系に対しこれを誤動作させ

る等の悪影響を及ぼすことを抑制できる。

第4図及び第5図には本発明の第2の実施例が示されており、以下これについて説明する。尚、この実施例は、コンプレッサを冷蔵庫本体の頂部に設置した所謂コンブトップ形の冷蔵庫を対象としたものである。

即ち、第5図において、24は冷却装置本体たる冷蔵庫本体で、これの内部には冷凍室25、冷蔵室26及び野菜室27が設けられている。28は冷凍室25の背部に配設された冷却器、29は冷却器28による生成冷気を直接には冷凍室25及び冷蔵室26に供給するファン、30は冷蔵庫本体24の背面から底面まで延びるように配置されたコンデンサパイプである。この場合、コンデンサパイプ30は、冷蔵庫本体24の底面部分で蛇行状に曲成されて除霜水蒸発用の加熱部を構成しており、この加熱部上に蒸発皿31が載置状に配設されている。

上記冷蔵庫本体24の頂部には、矩形容器状をなす外殻32を一体的に形成することによって機

械室用区画33が設けられており、この機械室用区画33の前面には冷凍室用扉25aと面一な化粧パネル33aが取付けられている。そして、斯かる機械室用区画33内には、これを1枚の仕切板34により前後に且つ気密に仕切ることによって、前方側の部品収納室35及び後方側の機械室36が形成されており、この機械室36内にコンプレッサ37を配設している。

しかして、第4図に示すように、外殻32における機械室36の上面との対応部位には、その機械室36の長手方向の端縁寄りに前後方向（つまり機械室36の長手方向と直交した方向）へ延びる細長矩形形状の放熱用開口部36aが形成されており、これにより機械室36は放熱用開口部36aを残して閉じられた状態となっている。このとき、前記第1の実施例と同様に、機械室36内の奥行き、幅及び高さ方向の各寸法D、W、Hのうち、幅方向の寸法Wを他の寸法D、Hより大きく設定（例えばWを600mm以上に設定し、D、Hを200mm前後に設定）することによって、機械

室36内の騒音の定在波が幅方向のモードについてのみ成立つように構成している。従って、前記放熱用開口部36aは、機械室36内における音の定在波の成立方向の一端寄り部位に形成された状態となる。尚、この場合において、機械室36の周囲壁部分を構成する外殻32及び仕切板34は、熱伝導性に優れ且つ音の透過損失が大きい材質（例えば鉄のような金属）にて形成されている。また、部品収納室35内には、冷蔵庫用の制御回路を構成する電装部品38が、その底部に載置された状態で収納されている。

39は機械室36内に配置された受音器たる例えばマイクロホンで、これは、機械室36内において前記放熱用開口部36aから最大限遠ざかった位置（例えば機械室36における第4図中の右内側壁）に配置され、以て騒音源であるコンプレッサ37からの音を電気信号に変換するように設けられている。40は機械室36内に配置された制御用発音器たるスピーカで、これは、例えば機械室36の底壁部（冷蔵庫本体24の天井部に相当）

における放熱用開口部36aの近傍部位に埋設状に取付支持されている。そして、スピーカ40は、マイクロホン39の電気信号を前記第1の実施例と同様に加工した信号（前述した騒音の能動制御原理に基づいて加工した信号）により動作されるようになっている。

従って、このように構成された本実施例によれば、前記実施例と同様の作用効果を奏するものであり、その他に、本実施例によれば次に述べるような数々の効果を奏することができる。即ち、機械室36は、機械室用区画33を仕切板34により仕切ることにより構成されるものであるから、その機械室36の寸法設定を容易に行ない得ると共に、上記寸法設定に関する設計上の自由度が高くなる。また、機械室36は、蒸発皿31から蒸発する除霜水の影響を受けない場所に位置しているから、マイクロホン39及びスピーカ40に対し湿度による悪影響が及ぶ虞がなく、これらの動作信頼性を良好に保つことができる。機械室用区画33における機械室36以外の部分を部品収納

室35として利用しているから、機械室36が特定形状に限定されることにより生ずるデッドスペースを有効利用でき、しかも部品収納室35は機械室36の前方側に位置しているから、内部の電装部品38の修理補修作業を容易に行ない得るようになる。さらに、放熱用開口部36aは機械室36の上面に開口しているから、その開口部36aを介した放熱効果が向上するようになる。

尚、上記第2の実施例では、スピーカ40を機械室36の底壁部に取付ける構成としたが、第4図に二点鎖線で示すように、スピーカ40を仕切板34に取付支持する構成としても良く、このように構成した場合には、スピーカ40の取付構造が、これを埋設する場合に比べて簡単になる。尚、この場合において、スピーカ40の裏側は音の透過損失が大きい材質より成る外殻32により囲まれた状態となるから、そのスピーカ40の裏側から放射される不要な音が外殻32により遮断されるようになり、以て余分な騒音の発生が抑止される。

また、第2の実施例では、機械室36の上面に放熱用開口部36aを形成する構成としたが、第6図に示すように、外殻32における機械室36の長手方向の端面对応部位に、その機械室36の上下方向（機械室36内での音の定在波の成立方向と直交した方向）へ延びる細長矩形状の放熱用開口部36bを形成する構成としても良く、或は第7図に示すように、上記端面のコーナー部分に上下方向へ延びる細長矩形状の放熱用開口部36cを形成する構成としても良い。

さらに、第2の実施例では、機械室用区画33を仕切板34により前後方向に仕切る構成としたが、機械室用区画33を仕切板により左右方向に仕切ることによって、左右に分割された状態の部品収納室及び機械室を形成する構成としても良い。

その他、本発明は上記し且つ図面に示した各実施例に限定されるものではなく、例えば消音対象となる冷却装置としてエアコンの室外機或は冷蔵ショーケース等を適用しても良く、その要旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。

る。

〔発明の効果〕

以上の説明によって明らかなように、請求項1の冷却装置の消音装置によれば、コンプレッサが収納される機械室を、放熱用開口部を残して閉じた状態に構成すると共に、その機械室内の三次元方向の各寸法のうち一方向の寸法を他の寸法より大きく設定することにより、機械室内の音の定在波が消音対象となる周波数帯域以下において一次モードのみ成立つように構成したので、上記非密閉状態の機械室内にてコンプレッサの駆動に応じて発生する騒音を制御用発音器からの信号音により打消すという能動制御を行なうにあたって、騒音を一次元の平面進行波みなすことができ、以て上記能動制御の簡単化並びに制御精度の向上を実現できるものである。また、上記のような能動制御を行なうのに必要な騒音検知用の受音器は、その能動制御に悪影響を及ぼす外部音の侵入部分である放熱用開口部から最大限遠ざけられた位置に配置されているから、上記放熱用開口部から受

音器へ入力される外部音のレベルを相対的に低くでき、以て上記外部音に起因して能動制御系が誤動作する虞が少なくなる。

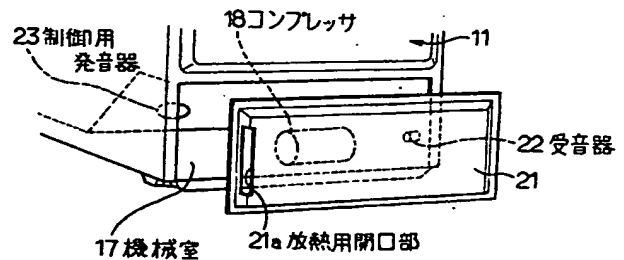
また、請求項2の冷却装置の消音装置によれば、仕切板の配置状態に応じて機械室内の寸法を設定できるから、その寸法設定を容易に行ない得ると共に、上記寸法設定に関する設計上の自由度が高くなる。

4 図面の簡単な説明

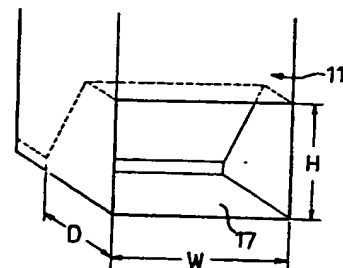
第1図乃至第3図は本発明の第1の実施例を示すもので、第1図は要部を分解状態で示す斜視図、第2図は同要部の寸法関係を説明するための概略斜視図、第3図は冷蔵庫の縦断面図である。第4図及び第5図は本発明の第2の実施例を示すもので、第4図は要部の斜視図、第5図は第3図相当図である。また、第6図及び第7図は上記第2の実施例の変形例を示す第5図相当図である。そして、第8図は能動制御による消音原理を示す概略構成図、第9図は騒音レベル特性図である。

图中、11、24は冷蔵庫本体（冷却装置本体）

、17、36は機械室、18、37はコンプレッサ、20は除霜水蒸発装置、21は機械室カバー、21a、36a、36b、36cは放熱用開口部、22、39はマイクロホン（受音器）、23、40、40'はスピーカ（制御用発音器）、31は蒸発皿、32は外殻、33は機械室用区画、34は仕切板、35は部品収納室、38は電装部品を示す。



第 1 図

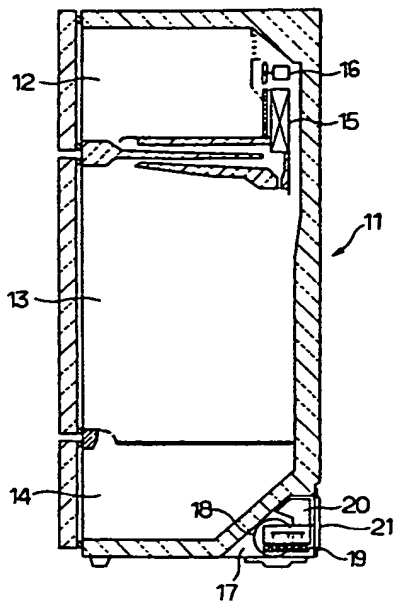


第 2 図

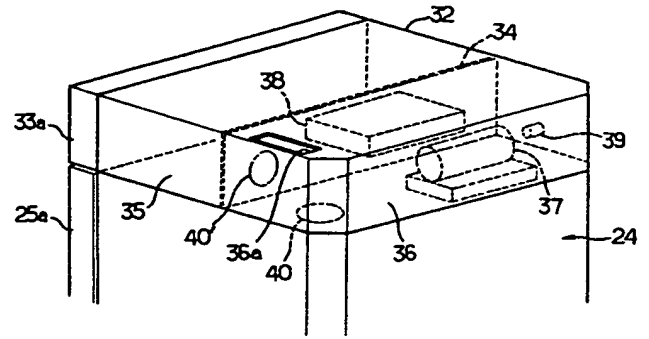
出願人 株式会社 東 芝

代理人 井理士 佐 藤 強

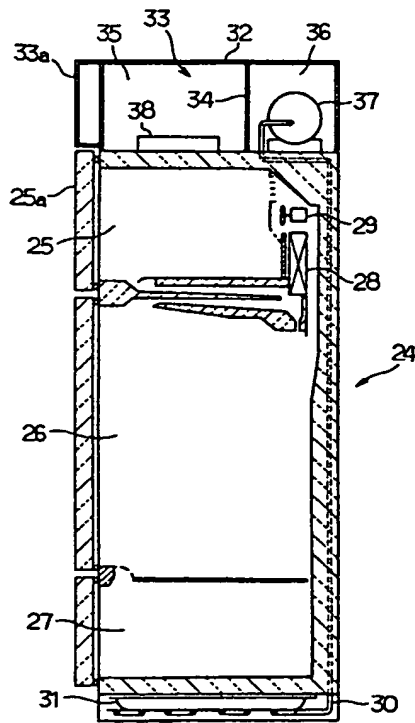




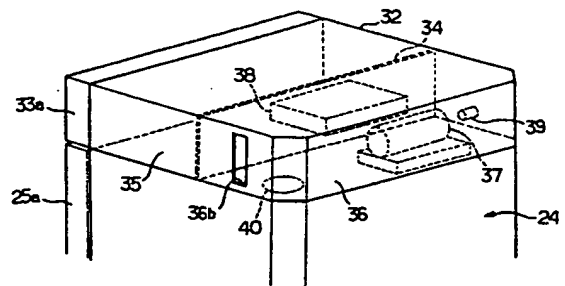
第 3 図



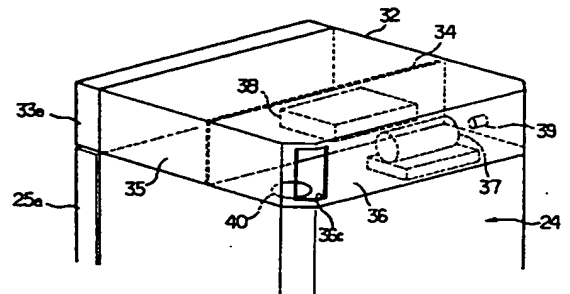
第 4 図



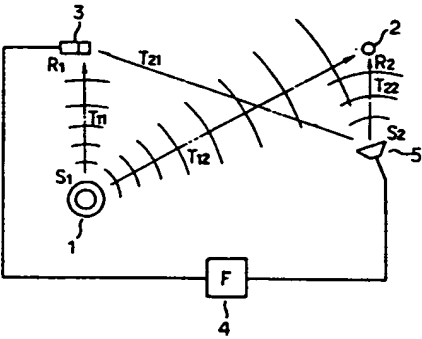
第 5 図



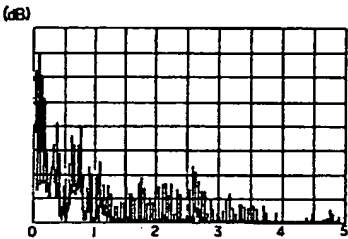
第 6 図



第 7 図



第 8 図



第 9 図